

La evolución de las paleofloras en las cuencas cenozoicas catalanas

ADELARDO SANZ DE SIRIA CATALÁN

Institut de Paleontologia "Miquel Crusafont".c. Escola Industrial, 23, E-08201 Sabadell (Barcelona).

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio sobre la evolución de las floras en las cuencas cenozoicas catalanas, en base, a las macrofloras halladas en los más importantes yacimientos de macrorrestos de vegetales fósiles de Cataluña.

En el transcurso del Cenozoico las floras en la región evolucionan y pasan de ser de tipo tropical en el Paleógeno, a ser templadas al finalizar el Plioceno, existiendo en los diferentes períodos, floras de características intermedias.

Existen tres épocas que destacan por haber proporcionado numerosos macrorrestos de diferentes especies, señalando la existencia de una rica y variada vegetación: a) Oligoceno inferior (Cuencas de Sarral y Cervera). b) Mioceno superior (Cuenca de La Cerdanya). c) Plioceno inferior (Zancliense), con la Cuenca del Baix Llobregat.

Las floras del Paleógeno contienen un importante número de formas de tipo asiático cuyos actuales descendientes filéticos viven en el Sur y Sureste de ese continente.

Se constata que a lo largo del Cenozoico existen tres paleocomunidades vegetales que destacan: 1) Las comunidades de tipo manglar cuya presencia se aprecia con claridad en el Eoceno y en el Burdigaliense superior-Langhiense inferior. 2) Comunidades tipo laurisilvas que se originan a causa de la existencia de temperaturas altas y más bien homogéneas, y una humedad constante, causada por acumulación de masas de nubes a cierta altitud en las laderas montañosas, que proporcionaban la humedad suficiente en la estación seca. En Cervera presentan aspectos similares a los "Evergreen sclerophyllous-laurophyllous forest" por contener especies perennifolias de *Quercus*. En el Zancliense del Baix Llobregat, la laurisilva presenta características parecidas a las de Canarias o Madeira.

3) Comunidades xerofíticas, con predominio de *Caesalpinaceae* y *Mimosaceae*, con numerosas especies capaces de soportar períodos prolongados de sequía. Se localizan en el Mioceno inferior y medio (Burdigaliense inferior a Langhiense).

Palabras clave: Paleobotánica. Macroflora. Cenozoico. Paleoclimatología. Paleoecología. Noreste de España.

ABSTRACT

Paleofloral evolution in the Cenozoic catalan basins

This paper studies the evolution of the floras in the Catalan Cenozoic basins dealing mainly with the macroflora found in diverse localities of Catalonia.

Along the Cenozoic the floras in the region became tropical in the Paleogene and temperate at the end of the Pliocene.

Three clearly defined periods offer rich and varied flora: a) Early Oligocene (Sarral and Cervera Localities). b) Upper Miocene (La Cerdanya basin). c) Early Pliocene (Baix Llobregat basin). According to this fossil flora, during the Cenozoic the climate in the area turns from tropical (in the Paleogene) to temperate at the end of the Pliocene, going through other intermediate climates.

The main characteristic of the flora in the Eocene is the presence of a mangrove with *Nipadites* and *Acrostichum*, among other species. The Oligocene flora presents a rich and varied vegetation with more than a hundred fossil forms. The study of this macroflora reveals that the basic community was like the laurisilva, with dominant presence of *Lauraceae* and *Quercus* originating an variety of "Evergreen sclerophyllous-laurophyllous forest".

The climates favouring the development of this vegetation, displayed high and quite constant humidity because of the formation of cloudiness in the mountains slopes. Coexisting with the laurisilva existed in lower topographic levels a characteristic xerophytic community. In the Lower and Middle Miocene the climate was subtropical or tropical dry type. The Caesalpiniaceae and Mimosaceae are frequent together with other xerophytic elements. In the Late Miocene the warm tropical or subtropical flora disappeared largely and the new vegetation is composed by mostly temperate species. A high humidity characterizes the Early Tortonian, reflected by woodland environment. Along the Pliocene the remaining warm taxa disappeared. The Early Pliocene is characterized by a hot and humid climate, the mediterranean species become more frequent. The Plio-Pleistocene is characterized by a temperate and humid climate and their macroflora is especially composed by actual species.

Keywords: Paleobotany. Macroflora. Cenozoic. Paleoclimatology. Paleocology. N.E. Spain. Western Mediterranean.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza un estudio sobre la evolución de las floras en las cuencas catalanas en el transcurso del Cenozoico, para lo cual se analizan los datos paleobotánicos, paleoclimáticos y paleoecológicos que aportan los principales yacimientos de macroflora hallados en Cataluña (Figs. 1 y 2).

Se estudian las floras que contienen los yacimientos de las distintas épocas ordenadas cronológicamente indicando sus características principales, se señalan las comunidades vegetales presentes más destacadas y los ecosistemas más importantes que aparecen.

Los datos obtenidos del estudio del conjunto de especies de cada yacimiento se complementan con los proporcionados por los análisis palinológicos efectuados por diversos autores en esas mismas capas o en niveles próximos.

Teniendo en cuenta la composición de las macrofloras halladas en los yacimientos de las distintas épocas, también se extraen conclusiones de tipo paleoclimático y paleoecológico, que tratan de determinar la secuencia de los cambios ecológicos y climáticos a que se han visto sometidas las comunidades vegetales en el transcurso de estos tiempos.

Las floras en las cuencas catalanas sufren una importante transformación durante el Cenozoico, pasando de estar formadas principalmente por especies de tipo cáldico tropical en el Paleógeno (Eoceno y Oligoceno), a estar constituidas en su mayoría por formas de tipo tem-

plado a finales del Plioceno. Durante este lapso de tiempo las floras han ido evolucionando, siendo reemplazados los taxones que no se adaptaron a los cambios climáticos por otros más capacitados para vivir en la zona conforme variaban las condiciones ambientales.

Las comunidades de vegetales más ampliamente extendidas en las cuencas catalanas en el transcurso del Cenozoico, son: los bosques decídúos de tipo tropical o subtropical, los bosques perennifolios de características parecidas a las laurisilvas, los manglares y las comunidades xerofíticas.

Finalmente, se indican las posibles causas que han podido motivar estos cambios en las condiciones climatológicas a nivel general en la región y se extraen diversas conclusiones.

FLORAS DEL PALEÓGENO

Los más importantes yacimientos de macrovegetales del Paleógeno del centro y sur de Europa (Célas, Gelinden, Ménat, Sézanne, Transilvania, etc.) señalan la existencia de conjuntos florísticos con predominio de formas de carácter tropical, lo que indica que las condiciones climatológicas en esas regiones debían de ser de tipo tropical o muy cercanas. Destaca en su composición la presencia de elementos propios de comunidades de tipo manglar (*Acrostichum*, *Nypa*, etc.), abundancia de Lauraceae (*Cinnamomum*, *Lindera*, *Litsea*, *Persea*, etc.), Fagaceae de tipo tropical o subtropical (*Castanopsis*, *Dryophyllum*, *Quercus*, etc.), junto con otras formas tropicales (*Ficus*, Myrtaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Sapindaceae, etc.) que señalan la existencia de selvas perennifolias y bosques decídúos tropicales o subtropicales.

Se aprecia también la existencia de un importante conjunto de taxones de tipo asiático, cuyos actuales descendientes filéticos pueblan las regiones del sur y sureste de Asia.

Esta vegetación procede de la evolución de floras anteriores que se extendían por gran parte del hemisferio norte, originando un conjunto bastante homogéneo que, con posterioridad, se va diversificando a lo largo del Cenozoico para constituir, finalmente, las floras actuales.

Las asociaciones de macroflora paleógenas más importantes halladas en Cataluña, se asemejan a las euro-

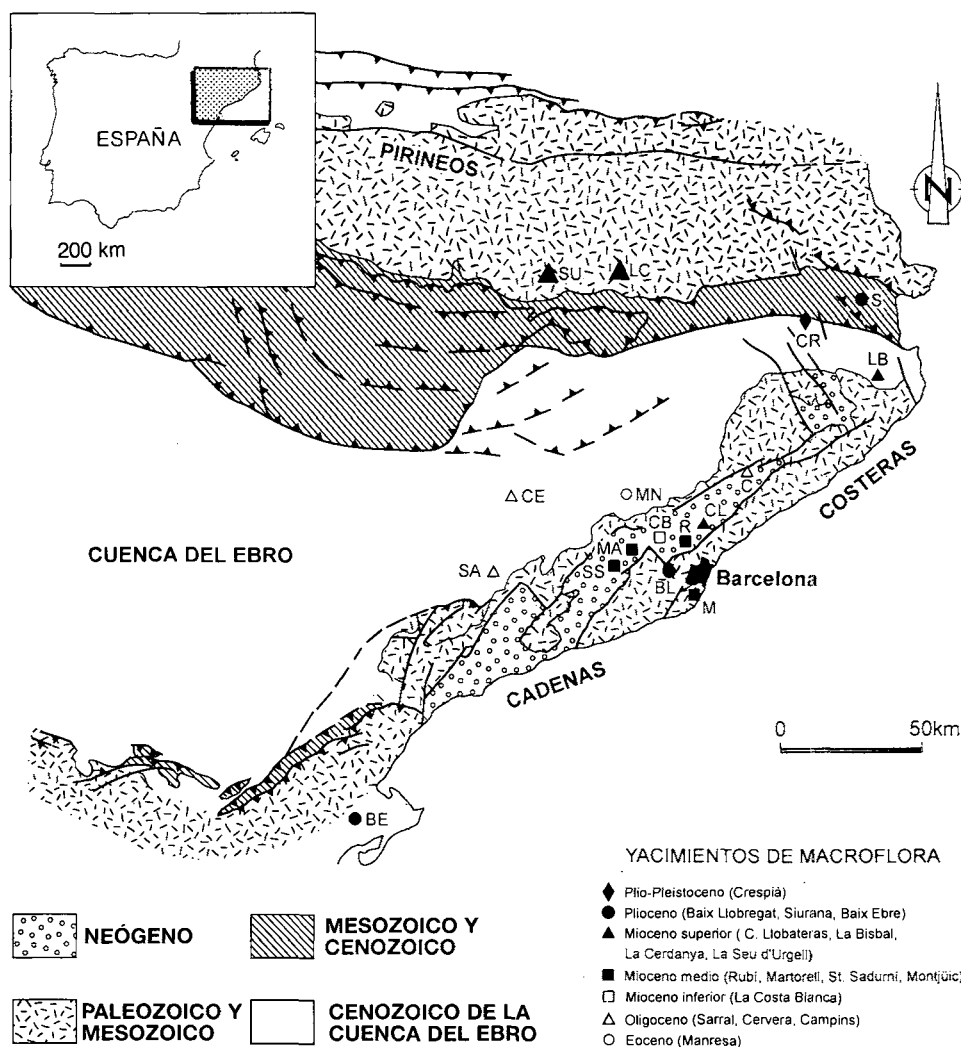


Figura 1. Esquema de situación de las principales localidades con macrorestos de plantas fósiles en el sector NE de Iberia, con indicación de su edad.

Figure 1. Geological sketch of NE Iberia showing the location of the main fossil macrophyte localities.

peas contemporáneas en cuanto a su composición, sin embargo, no se han encontrado yacimientos de importancia hasta el momento. Las muestras de lo que podía ser esta flora se localizan en el Eoceno medio-superior (Bartoniense-Priaboniense) de los alrededores de la ciudad de Manresa (Sant Vicenç de Castellet, Castellgalí, Monistrol de Montserrat, etc), Vicente (1965), Álvarez Ramís (1982) y Biosca y Via (1988).

En el Oligoceno se ha encontrado unas macrofloras mucho más ricas y variadas, que nos ofrecen una muestra adecuada de su vegetación, destacando los yacimientos de Sarral (Oligoceno inferior bajo), Fernández Marrón (1973), los de las cercanías de Cervera (Más Claret, Rubinat, Sant Antolí, Sant Pere dels Arquells,

etc), dados como pertenecientes al Oligoceno inferior alto. (Bataller y Depape, 1950, Fernández Marrón, 1971 y Sanz de Siria, 1992); y el de Tárrega, datado como más moderno que los anteriores (Oligoceno inferior terminal), Fernández Marrón (1971).

Mencionamos también el yacimiento de Campins hallado en una pequeña cuenca lacustre datada como perteneciente al Oligoceno (Almera, 1907).

Flora del Eoceno Medio

Se han encontrado macrorrestos en diversos yacimientos poco importantes en los alrededores de Manresa, en la zona oriental de la cuenca del Ebro, don-

de se han recogido en unas areniscas amarillentas de origen deltaico que se han explotado en Sant Vicenç de Castellet para ser utilizadas como materiales de construcción (Vicente, 1965).

Se señala la presencia de una asociación de vegetales constituida por: *Acrostichum lanzaeanum* (VISIANI) REID et CHANDLER, *Podocarpus eocenica* UNG., *Dryophyllum vittatum* SAP. et MAR., *Fagus* (?) sp. aff. *F. gautieri* LAUR. et MAR., *Daphnogene sezannensis* SAP., *Dewalquea aquisgranensis* SAP. et MAR., *Dewalquea haldemiana* SAP., *Myrsine* sp. y *Dombeyopsis* sp.

A estas formas se unen los frutos de *Nipadites burtini* BROGN. y los restos de *Acrostichum lanzaeanum* (VIS.) REID et CHANDL. hallados en las canteras de areniscas de la facies marina-transicional (Álvarez Ramís, 1982).

Posteriormente (Biosca y Via, 1988), indican la existencia de frutos de *Nypa burtini* BROGN. en nueve localidades de las cercanías de Manresa, en las areniscas de facies marina en las proximidades de la costa, desde el Bartonense inferior al Priabonense.

Las Nipaceae caracterizan a los manglares europeos del Paleoceno (Cuenca de París, Bahía de Londres, etc.), originando sus formas la base de los manglares a las orillas del Tethys. La especie *Nypa fruticans* WURMB., es considerada actual sucesora filética de esos vegetales, y forma la base de los recientes manglares indo-malayos. Actualmente vive en las zonas tropicales de Asia y Australia.

Acrostichum aureum L., considerado como el actual descendiente del helecho tropical hallado en los alrededores de Manresa, está ampliamente repartido por las zonas pantanosas próximas a las costas de todas las regiones intertropicales del mundo.

La presencia de *Nipadites* junto con otras formas de carácter tropical (*Acrostichum lanzaeanum* (VIS.) REID et CHANDL., *Daphnogene sezannensis* SAP., SAP. et MAR., etc) y la ausencia de restos de tipo templado, señalan la existencia de un clima tropical o subtropical.

En las proximidades de las costas habría unos manglares bien desarrollados en los pantanos salobres a los que seguirían hacia el interior bosques con abundancia de Lauraceae y Fagaceae. Predominan los restos de formas típicamente asiáticas (*Nypa*, *Dryophyllum*, etc.).

Posiblemente, las medias térmicas a lo largo del año podrían situarse en los niveles de baja altitud entre los 22°-26°C. La asociación de vegetales presentes en los macrorestos parece señalar la existencia de un clima tropical, más o menos húmedo. Actualmente *Nypa fruticans* WURMB. y *Acrostichum aureum* L. pueblan las regiones costeras de sur de Asia y norte de Australia, donde las temperaturas medias anuales se sitúan en torno a los 25°C.

Las formas halladas indican la existencia de relaciones de parentesco entre las especies presentes en esta zona en el Eoceno y las que en la actualidad viven en el sur y sureste de Asia, ello vendría propiciado por existir una fácil comunicación entre el sur de Europa y Asia a través de las orillas del antiguo Tethys. Este hecho permitió un intercambio florístico entre ambas regiones durante parte del Mesozoico y Paleógeno, siendo la flora en las costas de dicho mar bastante homogénea debido a que el clima era de características similares en sus orillas.

Floras del Oligoceno

Las floras del Oligoceno están bien representadas en Cataluña con varios yacimientos importantes de macroflora, destacando los hallados en las cercanías de la ciudad de Cervera (Fig. 1 y Lám. 1). Los conjuntos de vegetales fósiles extraídos y las comunidades que formaban, permiten suponer que poblaba esta zona una rica y variada vegetación de características principalmente tropicales y que las condiciones climatológicas existentes debían ser de tipo tropical o muy próximas.

La región estaba ocupada en los niveles de baja altitud por extensos bosques tropicales deciduos y en el piso de elevación media por selvas tropicales húmedas de hoja perenne, con comunidades parecidas a las actuales laurisivas que se desarrollan en las cercanías de los trópicos, su existencia sería posible gracias a la formación de nubes en las vertientes montañosas que originan las lluvias suficientes para su supervivencia.

Estas macrofloras tienen grandes semejanzas con las halladas en el sureste de Francia (Aix-en-Provence), dadas como pertenecientes al Oligoceno terminal-Aquitaniense inicial y presentan con ellas numerosas especies comunes. Sin embargo, se debe destacar que en las cuencas catalanas la flora es más antigua (Oligoceno inferior alto) y sus características son más claramente tropicales, ya que prácticamente no aparecen formas de tipo templado, mientras que en Aix-en-Provence se encuentran ya en cierta cantidad ocupando los niveles más elevados (Bessedik, 1984).

	Zona Oriental Valle del Ebro	Campins	Vallès-Penedès	Montjuïc	Baix Empordà	Cuencas Pirenaicas	Baix Llobregat	Baix Ebre	Alt Empordà	Crespià
Plio- Pleistoceno										Crespià
Plioceno							El Papiol	Tortosa	Siurana	
Mioceno Superior			Can Llobateres		La Bisbal	La Cerdanya La Seu d'Urgell				
Mioceno Medio			Sant Sadurní Martorell Rubi	Montjuïc						
Mioceno Inferior			Costa Blanca							
Oligoceno	El Talladell Cervera Sarral	Campins								
Eoceno	Monistrol Castellgalí Sant Vicenç									

Figura 2. Cuadro mostrando la distribución cronológica de las principales localidades citadas en el texto.

Figure 2. Chronological distribution of the main fossil macrophyte localities cited in the text.

Analizaremos los datos aportados por las comunidades encontradas en las diferentes localidades, ordenadas de mayor a menor antigüedad.

Yacimiento de Sarral

Se localiza en una cantera de margas situada en las cercanías de la población que se explotan en la actualidad para la fabricación de materiales de construcción. Esta formación se incluye en el Sistema lacustre de L'Anoia, establecido para los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro (Anadón *et al.*, 1989) y datada, en base a los datos proporcionados por las biozonas de mamíferos como de una edad oligocena inferior baja (Fig. 1).

En Sarral (Fernández Marrón, 1973 a) se cita la presencia de 42 formas fósiles. Muchas de ellas se hallan también en los yacimientos de Cervera, lo que pone de manifiesto la existencia de unas condiciones ambientales de parecidas características.

Se aprecia la ausencia de plantas típicas de aguas estancadas (*Acrostichum*, *Typha*, *Nimphaea*, etc.) frecuentes en Cervera y destaca la presencia de restos de palmeras (*Flabellaria haeringiana* (UNG.) SCHIMP. y *Sabal major* (UNG.) HEER). La existencia en Sarral, en cierta abundancia, de restos y especies de Leguminosae (*Acacia*, *Caesalpinia*, *Colutea*, *Dalbergia*, *Podogonium*, etc.) ha sido confirmada también en Cervera.

Son frecuentes las impresiones de hojas pertenecien-

tes a diversos géneros de Lauraceae y (*Cinnamomum* y *Phoebe*) y de *Quercus*, con las mismas especies presentes en la cuenca de Cervera (*Quercus elaeana* UNG., *Quercus provectifolia* SAP., *Quercus weberi* HEER, etc.).

Este conjunto florístico debía desarrollarse bajo un clima cálido, con una estación seca más prolongada que en épocas anteriores a la que seguirían periodos lluviosos.

La presencia de las palmeras, junto con Lauraceae y otras formas de caracter tropical o subtropical, señalan la existencia a baja altitud de unas temperaturas medias en torno a los 22° (20° a 25°). La aparición de pequeños follolos pertenecientes a especies de Caesalpiniaceae y Mimosaceae, plantas capaces de soportar periodos de sequía, indica que podían haber estaciones secas de cierta duración.

En la reconstrucción del paleoclima de Sarral (Fernández Marrón, 1973 b) se señala la existencia de un clima subtropical seco, en base al estudio de la forma y tamaño de los limbos foliares, indicando la gran abundancia de especies con limbos foliares de reducidas dimensiones (más del 88% entre nanofilas y microfilas).

En base a los estudios palinológicos efectuados en la región de Calaf (Solé de Porta y Porta, 1979) en estratos datados como del Estampiense, se ha señalado la existencia de una microflora que contiene un conjunto esporopollínico caracterizado por la abundancia de Schizaceae y Polypodiaceae, las esporas constituyen el grupo más importante de toda la microflora y alcanzan por-

centajes del 40%. Las Gymnospermae están representadas por *Pinus* tipo *haploxyylon*, *Picea* y *Ephedra*, a las que acompañan Cupresaceae-Taxodiaceae, no son numerosas.

El grupo más numeroso son las Angiospermae. En ellas destacan dos grupos, uno formado por especies de tipo cálido (*Sabal* (10-20 %), *Engelhardtia*, *Myrica*, Sapotaceae, etc.), el otro grupo incluye formas de tipo templado (*Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Carya*, *Platycarya*, *Ulmus*, etc.). Indican que este conjunto presenta varias formas comunes con la macroflora de Sarra y Cervera, pero también existen diferencias notables. La ausencia de polen de Lauraceae contrasta con la buena representación que tiene esta familia en Sarra, contrastes que son bien conocidos en otras regiones.

Señalan, de forma provisional, la existencia de condiciones de carácter subtropical a templado húmedo.

Yacimientos de las cercanías de Cervera (Lérida)

La macroflora hallada en los alrededores de Cervera se puede considerar como la más importante, tanto por el número de restos como de especies encontradas, del Oligoceno catalán. Se ha determinado la presencia de más de 90 formas fósiles distintas en varios yacimientos que se localizan en las proximidades de la ciudad de Cervera (Más Claret, Rubinat, Sant Antolí, Sant Pere dels Arquells, etc.), Bataller y Depape (1950), Fernández Marrón (1971) y Sanz de Siria (1992).

Los yacimientos de Cervera se sitúan en el Sistema lacustre de la Segarra (Secuencia III) establecida para los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro, en la unidad de las margas de Civit (Anadón y al., 1989), datada por medio de las faunas de mamíferos como pertenecientes al Oligoceno inferior alto.

Mediante el estudio paleofitosociológico de esta macroflora se aprecia la existencia de varias comunidades vegetales más destacadas, que poblarían la cuenca lacustre y sus inmediaciones, entre las que destacan:

a) Comunidad de vegetales hidrófitos e higrófitos, viven en las aguas del lago y zonas encharcadas o húmedas próximas (*Acrostichum*, *Equisetum*, *Myrica*, *Nymphaea*, *Phragmites*, *Salix*, *Typha*, etc.).

b) Agrupaciones de tipo xerófito que se situarían en las zonas más secas a baja altitud y lejos de la influencia de la humedad de las masas lacustres (*Acacia*, *Caesalpinia*, *Mimosa*, *Mimosites*, *Zizyphus*, etc.).

c) Conjuntos arbóreos característicos de bosques tropicales decíduos con una estación seca definida (Anacardiaceae, Apocynaceae, Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Sapindaceae, etc.), se extenderían por los niveles de baja altitud cercanos al lago.

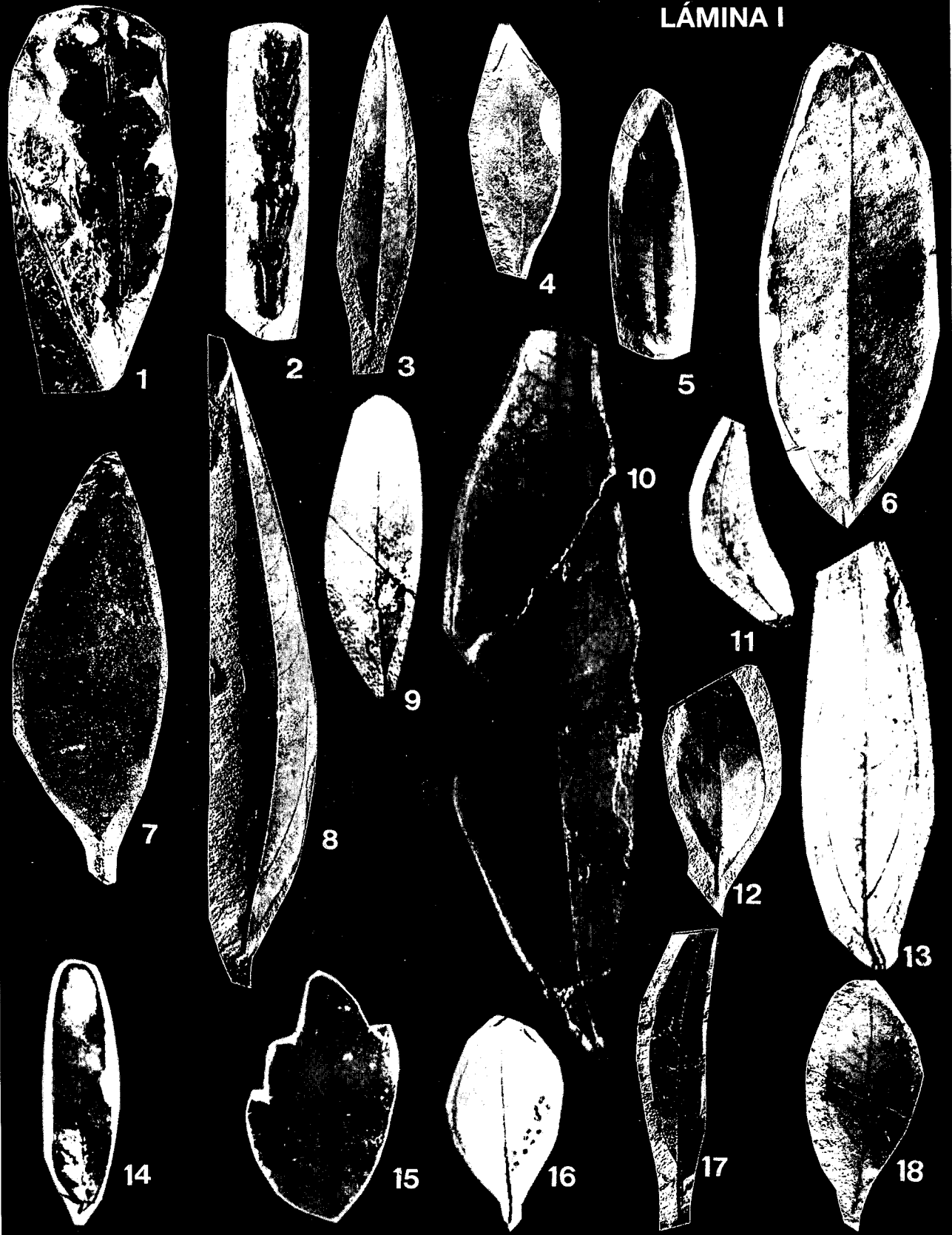
d) La paleocomunidad vegetal más importante, por el número de macrorrestos y especies encontradas, son las selvas perennifolias que recuerdan a las laurisilvas, ya que predominan las Lauraceae (*Cinnamomum*, *Lindera*, *Litsea*, *Persea*, *Phoebe*, etc.) junto a otros vegetales arbóreos con hojas laurófilas (*Celastrus*, *Ficus*, *Myrica*, *Rhamnus*, etc.) y algunas Quercineae de hoja perenne (Lám. I). Se pueden comparar también a los bosques denominados "Oak-Laurel" o "Evergreen sclerophyllous-laurophyllous forest", frecuentes en las zonas montañosas del sureste de Asia, donde la humedad ambiental y las temperaturas altas y bastante homogéneas durante todo el año, posibilita la agrupación de este tipo de formas (Sanz de Siria, 1992).

Las actuales laurisilvas se localizan a latitudes y altitudes diversas, desde zonas próximas al ecuador hasta los 50° de latitud, encontrándose a altitudes mayores cuanto más cerca se sitúan del ecuador. Para su formación y permanencia es necesario la existencia de una humedad ambiental suficiente durante todo el año, sin que se deje sentir la estación seca, que las temperaturas sean homogéneas y no sean rigurosas. Pueden existir en regiones tropicales, subtropicales y templadas. Generalmente, están constituidas por un mayor número de especies cuanto más elevadas son las temperaturas medias y menores

Lámina I. Restos de macrófitas características del yacimiento del Oligoceno inferior de Cervera. Varias de las formas figuradas se han reconocido en otros yacimientos catalanes del Oligoceno 1) *Goniopteris stiriacae* UNG. x 2 2) *Callitris brogniarti*. ENDL. x 3 3) *Quercus cerverensis*. SANZ. x 1. 4) *Myrica faya*. AIT. x 1. 5) *Engelhardtia detecta*. SAP. x 1. 6) *Ficus multinervis* HEER. x 1. 7) *Cinnamomum polymorphum* HEER. x 1. 8) *Daphnogene ungeri* HEER. x 1. 9) *Laurus primigenia* UNG. x 1. 10) *Litsea magnifica* SAP. x 1. 11) *Phoebe sarrealensis* FERNÁNDEZ-MARRÓN. x 1. 12) *Ocotea heeri* GAUD. x 1. 13) *Litsea catalunica* SANZ. x 1. 14) *Caesalpinites cerverensis* SANZ. x 1. 15) *Rhus pyrrhae* UNG. x 1 16) *Rhamnus aizoon* UNG. x 1 17) *Sapindus falcipolius* AL. BR. x 1. 18) *Prunus aucubaefolia* MASS. x 1.

Plate I. Macrophyte remains from the Early Oligocene locality of Cervera. Several of the figured forms have been also recorded in other Oligocene catalonian localities.

LÁMINA I



son las diferencias estacionales en la región, lo que implica una ubicación preferente en latitudes bajas cuando su número es alto.

Las laurisilvas situadas entre los 20°- 28° de latitud al sur del Brasil y norte de Argentina (laurisilva de Misiones), está constituida por unas 100 especies arbóreas distintas, incluyendo diversas especies de Lauraceae (*Ocotea*, *Nectandra*, etc.), Celastraceae, Moraceae, Palmae, Rhamnaceae, etc. La laurisilva de las Canarias (28°- 29°) no llega a las 20 especies de Árboles, predominan las Lauraceae (*Apollonias*, *Laurus*, *Ocotea* y *Persea*), junto a *Maytenus*, *Myrica*, *Rhamnus*, etc. (Lám. I).

La laurisilva o el bosque húmedo perennifolio existente en la cuenca de Cervera debía de estar formada por un número bastante considerable de especies arbóreas, laurófilas y con hojas persistentes. Si tenemos en cuenta que las formas halladas son una muestra parcial, más o menos amplia, de lo que fue la fitocenosis, podemos suponer que el número de especies arbóreas debía ser superior a las 100 (Sanz de Siria, 1992).

La importancia de esta laurisilva viene señalada por la gran cantidad de macrorrestos hallados y el número de especies características de las misma, que ponen de manifiesto la existencia de grandes extensiones cubiertas por este tipo de formación en las zonas que circundaban las áreas lacustres. El determinar a qué altitud podía comenzar la laurisilva o bosque perennifolio es complicado, considerando factible, por comparación con zonas actuales donde se desarrollan este tipo de formaciones (Canarias, Misiones, Sur de la China, etc.) que se encontrasen por encima de los 400-500 m.

Junto con macrorrestos de vegetales arbóreos propios de laurisilvas, aparece otros de especies típicas de bosques tropicales con estación seca claramente definida, incluso también de carácter xerofítico. La coexistencia de este conjunto de vegetales que viven bajo condiciones tan distintas en una zona restringida, únicamente se puede justificar con la existencia de pisos o niveles de vegetación a diversas altitudes con ambientes diferentes, en ellos se acumularían las especies mejor adaptadas a ese ecosistema.

En las regiones tropicales o subtropicales con estación seca prolongada las selvas de hoja perenne se sitúan en laderas montañosas donde, al contactar con ellas vientos húmedos y cálidos de procedencia marina, ascienden y forman por condensación masas de nubes y nieblas que dan lugar a lluvias, impidiendo que se dejen sentir los

efectos de la sequía. Las condiciones son propicias para que la masa arbórea se mantenga activa en todas las estaciones. Estas nubes comienzan a ser abundantes a diferentes altitudes, según las condiciones ambientales y la latitud (de los 300 a más de 1.000 m).

La presencia de un importante número de plantas acuáticas o higrófitas que vivían en las aguas pantanosas o en sus bordes, y cuyos actuales descendientes filéticos pueblan las zonas intertropicales del planeta (*Acrostichum lanzaeanum* (VIS.) REID et CHAND., *Goniopteris stiriaca* UNG., *Nymphaea ameliana* SAP., *Sabal major* HEER), señalan la existencia de un importante habitat pantanoso bajo un ambiente cálido de tipo tropical o muy próximo.

El conjunto total de la macroflora de las cercanías de Cervera pone de manifiesto de la existencia en esa cuenca, durante el Oligoceno inferior alto, de una variada y rica vegetación propia de una zona tropical o subtropical en latitudes cercanas a los trópicos, con una estación seca prolongada (hecho que viene atestiguado por la presencia de limbos foliares de pequeña superficie, que corresponde a una flora sometida a épocas de sequía duraderas). Las temperaturas medias anuales serían superiores a los 20°C en los niveles de baja altitud (20° a 24°C), Sanz de Siria (1992).

Un importante número de formas presenta claras afinidades filéticas con especies hoy en día vivientes en el sur y sureste de Asia. Esto nos indica que en aquellos tiempos debían existir contactos fluidos entre la flora del sur de Europa y el sur de Asia a través de las orillas del antiguo mar de Tethys.

Yacimiento del Talladell (Tárrega)

En este yacimiento algo más moderno que los hallados en los alrededores de Cervera, se indica la presencia de una pequeña cantidad de especies en la Formación de Calizas de Tárrega que se sitúan en el Sistema lacustre de L'Urgell del sector oriental de la Cuenca del Ebro (Anadón *et al.*, 1989). En base a la biozona de mamíferos encontrados en esta localidad, se han atribuido estas capas al Oligoceno inferior más alto.

Se han encontrado macrorrestos de seis especies distintas, entre las que cabe destacar : *Acrostichum lanzaeanum* (VIS.) REID et CHANDL., *Sabal major* (UNG.) HEER, *Nymphaea ameliana* SAP. y *Zizyphus ungeri* HEER. Las condiciones existentes en este yacimiento son muy parecidas a las de Cervera.

Yacimiento de Campins (Barcelona)

En la localidad de Campins se encontró una macroflora atribuida al Oligoceno (Almera, 1907 y Anadón y Villalta, 1975), en unos depósitos margosos de una pequeña cuenca lacustre, de unos 10 a 30 m de espesor, que en su parte media contiene margas bituminosas.

Se ha señalado la existencia de 21 especies de las cuales 12 se han encontrado también en los alrededores de Cervera. La flora hallada pone de manifiesto la existencia de una cuenca lacustre rodeada de montañas con una vegetación en los niveles inferiores igual a la existente en otras zonas de Cataluña durante el Oligoceno inferior alto (*Cassia* sp., *Cinnamomum lanceolatum* HEER, *Ficus* sp., *Nymphaea kalophylla* SAP., *Sabal major* (UNG.) HEER, etc.), pero aparecen también formas características de zonas de mayor altitud (*Fagus pristina* SAP., *Ilex* sp., *Pinus lardyana* HEER, *Zelkova protokeaki* SAP., etc.).

Las condiciones ambientales en las zonas próximas al lago debían ser parecidas a las existentes en la cuenca de Cervera.

Sería conveniente estudiar de nuevo esta flora y determinar con claridad su composición, ya que los datos no son precisos y los trabajos sobre la misma se han efectuado hace bastante tiempo (Almera, 1907).

Es difícil precisar el lugar exacto en el que se encuentran los niveles con macrorrestos vegetales, lo que ha motivado que hasta el momento, no se hallan recogido en número suficiente para realizar un estudio de la flora de esta cuenca.

FLORAS DEL NEÓGENO

Como consecuencia de variaciones climáticas se produce un aumento en la duración de las estaciones secas a lo largo del Mioceno inferior y medio, teniendo las floras que adaptarse a vivir en un ambiente más árido. En zonas de baja altitud y alejadas de la influencia de ríos y zonas lacustres, se dejarían sentir con más intensidad los efectos de estos períodos más o menos largos sin precipitaciones. En el Burdigaliense inferior y en el Langhiense se aprecian condiciones áridas que se manifiestan por la existencia de una vegetación de tipo xerofítico, parecidas características se observan en las floras europeas del Mioceno inferior y medio (Sureste de Francia, Suiza, Italia, etc.).

Localmente, en lugares próximos a cursos de agua o formaciones pantanosas, el ambiente podía ser más húmedo; igualmente, en niveles de altitud elevada o media, pueden darse las condiciones adecuadas para que no se dejen sentir los efectos de una estación seca que se prolongaría varios meses (lluvias orográficas en zonas elevadas, etc.).

En el transcurso del Mioceno inferior y medio, desaparecen especies que necesitan un mayor grado de humedad para vivir, o disminuye su presencia, aumentando al mismo tiempo los taxones de marcado carácter xerofítico. Este hecho se aprecia en las floras europeas de estas épocas, en las que son frecuentes los restos y las especies de *Caesalpiniaceae* y *Mimosaceae*, junto con otras formas cálidas propias de climas secos, que evidencian la existencia de ecosistemas semiáridos.

En el transcurso del Neógeno las floras en esta zona sufren un importante cambio. En el Mioceno inferior y medio continúan teniendo un importante número de taxones de carácter tropical o subtropical, durante el Mioceno superior se produce un aumento más generalizado de formas de tipo templado que, poco a poco, se van imponiendo en nuestras latitudes sustituyendo a las especies cálidas que van desapareciendo de la zona conforme iban disminuyendo las temperaturas.

Flora del Mioceno inferior

La macroflora hallada en niveles pertenecientes al Mioceno inferior presenta ciertas afinidades con la hallada en Cervera, en cuanto que se van manteniendo las formas de tipo cálido mejor adaptadas a los ambientes más secos, pero han desaparecido diversos taxones de tipo asiático (*Ailanthus*, *Lindera*, *Litsea*, etc.) y han disminuido mucho los restos y especies de *Lauraceae* que han caracterizado a la flora de esa cuenca.

Se observa un claro aumento de los restos de especies propias de ecosistemas áridos o semiáridos, que significa que los períodos secos sin lluvias son más duraderos. Al mismo tiempo, aparecen numerosos fragmentos vegetales rotos que indican que, ocasionalmente, el transporte de los mismos se realizó en un medio agitado, señalando la existencia de arrastres bruscos que serían producidos por las riadas originadas por lluvias torrenciales durante las breves estaciones húmedas.

Yacimiento de La Costa Blanca de Martorell

En el lugar denominado La Costa Blanca, en las inmediaciones de la localidad de Martorell (Barcelona), en

las capas margosas situadas entre bancos de calizas lacustres y yesos, datadas mediante una fauna de mamíferos como pertenecientes al Burdigaliense inferior, se encontró un yacimiento de macroflora en el que se determinó la presencia de un conjunto de 30 formas fósiles (Sanz de Siria, 1981a).

Se aprecia, respecto a las floras de Sarra y Cervera, una drástica disminución en el número de restos y especies de Lauraceae, igualmente sucede con las formas del género *Quercus* del que apenas se han recogido representantes. Aumenta considerablemente el número de restos pertenecientes a Caesalpiniaceae y Mimosaceae arbóreas o arbustivas, provistas de pequeños foliolos con un marcado carácter xerifítico (*Acacia sotzkiana* UNG., *Caesalpinia townshendi* HEER, *Cassia ambigua* UNG., *Mimosa hispanica* SANZ, etc.). Esta comunidad vegetal está capacitada para soportar períodos largos de sequía.

Los restos de estas plantas con minúsculos foliolos son abundantes y constituyen más 30% de todos los fósiles encontrados, presentan pequeñas dimensiones, con un tamaño medio de unos 20 mm de longitud por unos 5 mm de anchura.

Esta flora viviría en las inmediaciones de las zonas lacustres donde se formaban bosques poco tupidos de tipo subtropical o tropical seco, hasta donde la influencia de la humedad lo permitía. Lejos de las aguas el ambiente debía de ser más árido, con bosques más abiertos de tipo espinar (arbustos y pequeños árboles espinosos) y estrato herbáceo, predominando las Caesalpiniaceae y las Mimosaceae.

Se encuentran también vegetales propios de zonas cálidas de clima tropical o subtropical (*Bumelia minor* UNG., *Ficus* sp., *Sapindus* cf. *falcifolius* AL. BR., etc.), que junto a las otras formas anteriormente señaladas, permiten suponer que el clima en la zona era de características tropicales o subtropicales secas, con largas estaciones sin lluvias a las que seguían períodos con precipitaciones torrenciales.

Este conjunto vegetal, por comparación con floras actuales de parecida composición florística, podía desarrollarse a baja altitud en una región cálida, con temperaturas medias anuales alrededor de los 20°C (20° a 24°C).

Se ha citado la presencia de *Sabal major* (UNG.) HEER en la vecina localidad de Subirats en capas pertenecientes al Burdigaliense superior, indicando la existencia

de un ambiente cálido de características parecidas al de La Costa Blanca.

Se ha señalado, Bessedik y Cabrera (1985), la existencia de un episodio más húmedo durante el Burdigaliense superior-Langhiense inferior, no reconocible mediante la macroflora. En el sector de Sant Pau d'Ordal, en capas pertenecientes al denominado complejo marino y de transición de la depresión del Vallés-Penedés, señalan la presencia de una microflora constituida por 57 taxones. Este conjunto polínico está dominado por los elementos siguientes: Abietaceae (15%), Juglandaceae (*Engelhardtia* 14,5 % y *Platycarya* 5,2 %), Betulaceae (14,5%), Gramineae (8,5%), Sapotaceae (7,3%), "Pentapollenites" (7,2%), Olea (4,5%), *Avicennia* y Amaranthaceae / Chenopodiaceae (3%). Las condiciones climáticas que pone de manifiesto esta microflora son de tipo tropical a subtropical y globalmente húmedas. La frecuencia de los granos de polen de *Avicennia*, indica la existencia de formaciones de tipo manglar.

Floras del Mioceno medio

A lo largo del Mioceno medio la macroflora de las cuencas catalanas presenta características parecidas a las del Mioceno inferior. Continúan siendo frecuentes los restos de Caesalpiniaceae y Mimosaceae con foliolos de reducidas dimensiones, junto con especies de tipo tropical o subtropical, que señalan la existencia de un clima cálido y seco.

Al finalizar esta etapa, el clima en la zona se hace más frío y húmedo, con un descenso generalizado de las temperaturas, las formas más sensibles van desapareciendo y su lugar es ocupado por vegetales de tipo templado mejor adaptados a las nuevas condiciones.

Los yacimientos de macroflora del Mioceno medio (Langhiense) se localizan en la depresión del Vallés-Penedés, en capas del denominado complejo marino y de transición, siendo los más importantes los de Martorell, Rubí y alrededores de Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona).

Yacimiento de Martorell

Este yacimiento está situado al noroeste de la ciudad de Martorell, a 1 km aproximadamente de la localidad cerca de la carretera que la une con Masquefa. Las capas en las que se han encontrado los restos se sitúan por encima de arcillas de tonalidades azuladas, las hojas fósiles aparecen en arcillas y limolitas de color amarillento o parduzco de facies costera. Estos depósitos forman parte

del complejo marino y de transición de la cuenca del Vallés-Penedés, que por su posición se pueden datar como del Langhiense.

La macroflora hallada se caracteriza por su pobreza en especies (se ha determinado la presencia de 27 formas distintas), la mayoría con limbos foliares de reducidas dimensiones, llegando a constituir hasta un 60% de todos los restos encontrados, lo que permite deducir que estos vegetales estaban adaptados a vivir en un clima con estaciones secas prolongadas (Sanz de Siria, 1982 y 1988).

Esta vegetación se situaba en niveles de baja altitud, en las proximidades de las costas, formando bosques deciduos tropicales o subtropicales poco densos no lejos de las zonas pantanosas o cursos de agua. Aquí se encontrarían (*Bumelia minor* ETT., *Rhus* sp., *Sapindus undulatus* AL. BR., etc.). Más alejadas de la influencia de la humedad, aparecerían bosques xerofíticos abiertos en los que predominaban las Caesalpiniaceae y Mimosaceae (*Acacia sotskiana* UNG., *Caesalpinia micromera* HEER, *Caesalpinia townshendi* HEER, *Cassia ambigua* UNG., *Cassia berenices* UNG., etc), de las que se han encontrado numerosos folíolos minúsculos. Junto a estas formas aparecen otras de tipo tropical y subtropical que vivirían en lugares con mayor humedad (*Cinnamomum* sp., *Laurus primigenia* UNG. etc.).

Este conjunto de vegetales indican que el clima bajo el se desarrollaban debía ser de tipo tropical o subtropical con estación seca, con períodos largos de sequía que podían durar varios meses.

Las medias térmicas anuales, con la existencia de estas comunidades vegetales, podían situarse alrededor de 20°C (20°-22°C), Sanz de Siria (1988).

Yacimiento de Rubí

En las afueras de la localidad de Rubí, cerca de la carretera entre esta población y la vecina de Sant Cugat, en el lado izquierdo de la misma, afloran depósitos del denominado complejo marino y de transición de la depresión del Vallés-Penedés, constituidos por bancos arcillosos de tonos azules y rojizos en la base, sobre los que se disponen capas de arcillas pardo-amarillentas que contienen vegetales fósiles y restos de invertebrados marinos. Estos niveles, por su posición, pueden datarse como pertenecientes al Langhiense.

La composición de esta macroflora es muy parecida a la hallada en el yacimiento de Martorell, lo que puede

considerarse normal dado la similitud de su edad, se han determinado 25 formas distintas de las cuales 12 corresponden a Leguminosas arbóreas o arbustivas microfilas, con abundancia de restos de Caesalpiniaceae y Mimosaceae, constituyendo un 60% aproximadamente de todos los macrofósiles estudiados. Este conjunto formaría la comunidad xerofítica de la zona (*Acacia* sp., *Caesalpinia micromera* HEER, *Cassia ambigua* UNG., *Mimosa* sp., *Podogonium knorrii* (AL.BR.) HEER, etc.).

Se encuentran también otros taxones propios de climas tropicales o subtropicales (*Bumelia minor* ETT., *Diospyros* sp., *Laurus primigenia* UNG., *Persea* sp., etc.). Las condiciones ambientales existentes debían ser de características similares a las existentes en las proximidades de Martorell.

Yacimiento de los alrededores de Sant Sadurní d'Anoia

Este yacimiento se localiza a unos 3 km. de Sant Sadurní d'Anoia, en las proximidades de Monistrol, en la margen derecha del río Anoia, cerca de un puente en la carretera de Sant Sadurní a la Prua, a la altura de la bifurcación que se dirige a Espiells. En este lugar afloran bancos de arenas micáceas y limolitas arcillosas amarillentas; localmente las capas son más o menos compactas, donde aparecen los macrorrestos vegetales (Sanz de Siria, 1983 y 1984b).

Estos niveles pertenecen al denominado complejo marino y de transición en tramos de facies marina muy someros. Por su posición pueden datarse como del Langhiense o Serravalliense inferior; en todo caso son algo más modernos que los que contienen la macroflora de Martorell y Rubí.

La macroflora hallada presenta mayor número de especies que en los otros yacimientos del Mioceno medio con 43 formas fósiles distintas. En general, se aprecian características bastante parecidas a las de Martorell y Rubí con numerosos restos de Leguminosas arbóreas y arbustivas de marcado carácter xerofítico; se advierte un aumento de su porcentaje que llega a ser superior al 80%. Esto puede significar que el ambiente era más árido que en esos yacimientos. Abundan (*Acacia porschlugiana* UNG., *Caesalpinia townshendi* HEER, *Cassia ambigua* UNG., *Mimosa* sp., *Podogonium knorrii* (AL.BR.) HEER, etc., frecuentes también en aquellas localidades.

La existencia de número más elevado de formas de tipo cálido indica la existencia de una flora más rica y va-

riada que formaría bosques subtropicales o tropicales secos en niveles de baja altitud acompañando a esta comunidad propia de ambientes áridos o semiáridos. Siguen presentes las mismas especies encontradas en las otras dos localidades del Mioceno medio Vallés-Penedés, destacando la existencia en cierta cantidad de hojas de tamaño reducido de *Cinnamomum polymorphum* HEER.

Este conjunto de vegetales señala un clima seco con largas estaciones sin precipitaciones, de igual o superior duración que en Martorell o Rubí. Las temperaturas medias anuales se podían situar en torno a los 20°C (20°-22°C; Sanz de Siria, 1983 y 1984b).

En la localidad de Vilobí (Depresión del Vallés-Penedés), caracterizada por la existencia de depósitos evaporíticos de yesos, se ha estudiado una microflora que indica la existencia de un clima subtropical-tropical cálido y seco (Bessedik, 1984), en capas datadas como del Burdigaliense superior-Langhiense inferior. Esta microflora está constituida principalmente por : Abietaceae, Sapotaceae, Juglandaceae (*Engelhardtia* y *Platycarya*), Ulmaceae, Compositae, Graminae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, etc.

Yacimiento de Montjuïc

La macroflora hallada en Montjuïc se ha extraído de capas arcilloso-arenosas de colores amarillento-grisáceos, que afloran en diversos lugares de la montaña de Barcelona, han sido datadas como pertenecientes al Helveciense-Tortonense, considerándose el conjunto como Vindoboniense (Vicente, 1988).

La plantas fósiles se encuentran en capas marinas próximas a la costa, junto con restos de bivalvos y equinodermos. Este yacimiento, por su posición estratigráfica y la flora que contiene, lo situamos en el Mioceno medio, con una edad próxima a los macrorrestos hallados en los alrededores de Sant Sadurní, posiblemente, algo más modernos.

La agrupación de macrovegetales presente, compuesto por 86 formas diferentes, señala la existencia de una rica flora de tipo cálido subtropical, algo más húmeda que las halladas en los anteriores yacimientos del Mioceno medio.

Son abundantes los macrorrestos de Leguminosas arbóreas y arbustivas (*Caesalpinia townshendi* HEER, *Cassia berenices* UNG., *Cassia lignitum* UNG., *Colutea salteri* HEER, *Gleditschia allemanica* HEER,

Leguminosites argutus HEER, *Podogonium lyellianum* HEER, *Robinia regeli* HEER) provistas de folíolos de reducidas dimensiones y de carácter xerofítico. Junto a estas especies aparecen otras cálidas (*Cinnamomum polymorphum* HEER, *Daphnogene cinnamomea* (ROSM.) KNOBL., *Laurus canariensis* WEBB. et BERTH., *Sapindus falcifolius* (AL.BR.) HEER., etc.).

Comienzan a tener más entidad los géneros de tipo templado (*Acer*, *Juglans*, *Populus*, *Salix*, etc.). La presencia de varios géneros de helechos (*Abacopteris*, *Goniopteris* y *Osmunda*) indica la existencia de zonas con un ambiente más umbroso y húmedo.

Las condiciones climáticas de esta flora son de una temperatura subtropical con unas medias de temperatura de 18°-19° C (Vicente, 1988).

Floras del Mioceno superior

A lo largo del Mioceno superior se produce una importante expansión de las especies de carácter templado, que van sustituyendo a las de tipo cálido, comenzando por la eliminación de las formas tropicales y subtropicales más exigentes en cuanto a las temperaturas, que van desapareciendo conforme se instala una estación fría cada vez más acentuada. Al finalizar el periodo son ya poco frecuentes los restos de familias propias de regiones cálidas (Caesalpiniaceae, Mimosaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, etc.) que, posiblemente, sobreviven sólo en zonas resguardadas o de baja altitud.

Las formas templadas caducifolias constituyen la base de las macrofloras de esta época, tanto por el número de especies como de restos que se encuentran, están adaptadas para soportar un periodo frío duradero al desprenderse de las hojas durante la estación invernal (*Acer*, *Alnus*, *Castanea*, *Fagus*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Ulmus*, *Zelkova*, etc.). En las zonas montañosas son frecuentes las Pinaceae de hojas aciculares (*Abies*, *Picea*, *Pinus*, etc.) que al encontrarse, generalmente, en zonas alejadas de las zonas de sedimentación, aparecen en pequeñas cantidades.

El relevo de mayor envergadura de taxones de tipo cálido parece efectuarse entre el Vallesiense inferior y el Vallesiense superior, lo que puede deberse a una caída más acentuada de las temperaturas. No obstante, la sustitución de estas formas se fue produciendo lentamente conforme disminuían las temperaturas a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno. Al finalizar el Plioceno ya han desaparecido definitivamente de nuestro continente la mayoría de las especies cálidas.

Yacimiento de Can Llobateres

En esta localidad situada en la depresión del Vallés-Penedés, en las proximidades de la ciudad de Sabadell, se ha encontrado un rico yacimiento de vertebrados fósiles, apareciendo también restos de plantas.

En los niveles formados por lutitas y arenitas finas, más o menos compactas, de tonalidades amarillentas, se han extraído escasos macrorrestos vegetales, pertenecientes a varios géneros, que señalan la existencia de un clima cálido.

Destaca la presencia de *Sabal major* HEER y frutos de *Ficus* sp., también se ha recogido *Pteris* sp. y *Cassia* sp., este pequeño conjunto no proporciona datos suficientes para obtener conclusiones de tipo climático o ecológico, pero evidencia unas condiciones cálidas de tipo subtropical. La importante fauna de mamíferos hallados en este yacimiento, ha permitido situar estos niveles en la zona MN 9 y datarlos como pertenecientes al Vallesense inferior.

Yacimiento de La Bisbal (Baix Empordà)

Los restos fósiles de macrófitos se localizan a unos 2 km de la ciudad de La Bisbal y en las inmediaciones de la localidad de Cruïlles, en capas formadas por arcillas amarillentas y rojizas, que se explotan para la fabricación de materiales de construcción y que se pueden datar, teniendo en cuenta los yacimientos próximos de mamíferos, como pertenecientes al Vallesense superior.

El 75% de los restos encontrados pertenecen a especies arbóreas caducifolias de carácter templado, entre las que señalamos como más abundantes *Acer* sp., *Alnus stenophylla* SAP. et MAR., *Platanus aceroides* GOEPP., *Pterocarya fraxinifolia* SPACH., *Ulmus braunii* HEER y *Zelkova ungeri* ETT. Este conjunto de vegetales señala la existencia de unas condiciones templadas o templado-cálidas. El restante 25% de los macrorrestos hallados corresponden en su mayoría a hojas de *Cinnamomum polymorphum* (AL.BR.) HEER, que denota la existencia de un clima benigno de tipo templado-cálido o subtropical (Sanz de Siria, 1981b).

La cantidad de restos de especies arbóreas pone de manifiesto la presencia de importantes masas forestales en las inmediaciones de la zona lacustre que necesitarían lluvias suficientes a lo largo del año para su desarrollo. En los niveles bajos, más cálidos y húmedos se concen-

trarían los bosques de Lauraceae con gran predominio casi exclusivo de *Cinnamomum*. A mayor altitud existirían importantes bosques de hoja caduca con una riqueza considerable de especies.

Las diferencias estacionales debían de ser más acentuadas que en épocas anteriores, con unos inviernos aún poco rigurosos que permiten la supervivencia de las especies subtropicales encontradas, los veranos no serían excesivamente calurosos. Las precipitaciones debían ser frecuentes en todas las épocas del año.

El clima en la cuenca era de tipo templado-cálido o subtropical, con una humedad ambiental suficiente, las temperaturas medias se situarían alrededor de los 18° (16°-18°C), la proximidad de las costas y la baja altitud de la zona contribuiría a suavizar las temperaturas.

Yacimientos de la cuenca de La Cerdanya

El conjunto de macroflora del Mioceno superior más importante de Catalunya se encuentra en la cuenca lacustre de La Cerdanya, donde se han localizado numerosos yacimientos (Alp, Beders, Barranco de Vilella, Bor, Coll de Saig, Das, Pi, Prats, Sanabastre, Santa Eugenia, etc.). En total, en la última revisión efectuada se indica la presencia de 118 especies (Álvarez Ramís y Golpe Posse, 1981).

Se ha señalado la existencia de dos niveles con fósiles de mamíferos y plantas de edad diferente (Golpe Posse, 1979). El primer nivel se asigna al Vallesense medio y el segundo al Vallesense superior.

En el primer nivel sitúa varios yacimientos, entre los que incluye el de Coll de Saig, con una flora rica y variada con especies que señalan un clima más benigno (*Cassia berenices* UNG., *Cinnamomum polymorphum* (AL.BR.) HEER, *Gleditschia* sp., *Persea braunii* HEER, *Sapindus undulatus* AL. BR., etc.). En el segundo menciona Pi, Prats, Sanabastre, y otros yacimientos con especies caducifolias de carácter templado adaptadas a un ambiente frío que forman la base de las masas forestales que rodeaban la cuenca lacustre, cubrían las laderas montañosas próximas junto a las Pinaceae que se situaban en los niveles superiores, entre ellas mencionamos: *Abies squarrosa* RER., *Acer magnini* RER., *Acer trilobatum* (STERN.) AL. BR., *Fagus pliocenica* var. *ceretana* RER., *Fagus pristina* SAP., *Juglans acuminata* AL. BR., *Pinus* sp., *Quercus hispanica* RER., *Zelkova ungeri* ETT., etc.

Dada la altitud a la que se asentaba esta vegetación

las condiciones climáticas serían más rigurosas a las que existían en las zonas de baja altitud, esto podía suponer unas temperaturas medias varios grados inferiores y diferencias en cuanto al grado de humedad.

Los estudios polínicos realizados en esta cuenca (Baltuille et al., 1992), señalan la existencia de dos localidades con edades distintas: a) Sanabastre, donde se han analizado dos muestras, con un conjunto que se puede correlacionar con la asociación Kizilhisar del este del Mediterráneo, que se sitúa entre el Tortoniense inicial y el comienzo del Plioceno y caracterizada por contener: Osmundaceae, Polypodiaceae (frecuente), *Picea* (frecuente), *Pinus indeter.* (6%), Cyperaceae (6%), Gramineae (6%), *Nyssa*, *Alnipoll.* versus R. POT. (frecuente), etc. b) Santa Eugenia que incluyen en la asociación Akéa (Plioceno inicial-Pleistoceno inicial), con *Abies* (4,5%), *Picea* (48%), *Pinus indeter.* (10,5%), *Alnipoll.* versus R. POT. (10,5%), etc. Según esto, también pueden existir en la cuenca localidades con floras más modernas que pueden datarse como pliocenas.

Yacimientos de La Seu d'Urgell

Los yacimientos de macroflora de esta cuenca se encuentran ubicados en los alrededores de la ciudad de La Seu d'Urgell, donde se han citado varias localidades en los que se encuentran macrorrestos: Acueducto, Ballestar, Can Petit, Castellciutat, La Bastida, Mont, Torrent, etc.; (Sanz de Siria, 1974, 1980 y 1985). Algunas de las formas reconocidas aparecen figuradas en la Lám. II.

En los niveles inferiores de esta pequeña cuenca, las plantas fósiles se localizan en lutitas de tonos grisáceos intercaladas entre bancos de areniscas y conglomerados que, localmente, pueden contener cantos angulosos. En los niveles superiores se encuentran en lutitas de tonos pardo-grisáceos, intercaladas con lutitas de color rojizo, localmente con capas de lignito.

Los niveles inferiores se incluyen en la Formación

Ballestar, en estas capas (Ballestar y Can Petit) se ha estudiado una fauna de mamíferos datada como perteneciente al Vallesiense inferior. Los niveles superiores pertenecen a la Formación Piedra, la fauna hallada en La Bastida permite situar estas capas en el Vallesiense superior (Agustí et al., 1979).

Por su posición los yacimientos de plantas de Acueducto, Castellciutat, Torrent, etc. (próximos a Ballestar), se sitúan en el Vallesiense inferior-medio. En el Acueducto apareció la macroflora más variada y con mayor número de especies de la cuenca; se ha señalado la presencia de una asociación de formas subtropicales comparable, por su composición, a la hallada en Coll de Saig (*Ailanthus* cf. *lepidus* HEER, *Caesalpinia townshendii* HEER, *Cassia ambigua* UNG., *Cassia berenices* UNG., *Cinnamomum polymorphum* HEER, *Ficus multinervis* HEER, *Sapindus undulatus* AL. BR.). Los restos de estas formas aparecen en pequeña cantidad, pero que nos permiten suponer la existencia de un clima aún benigno y no muy húmedo en el Vallesiense inferior-medio. Las asociaciones por ellas integradas se desarrollarían fundamentalmente en niveles bajos en lugares resguardados y soleados.

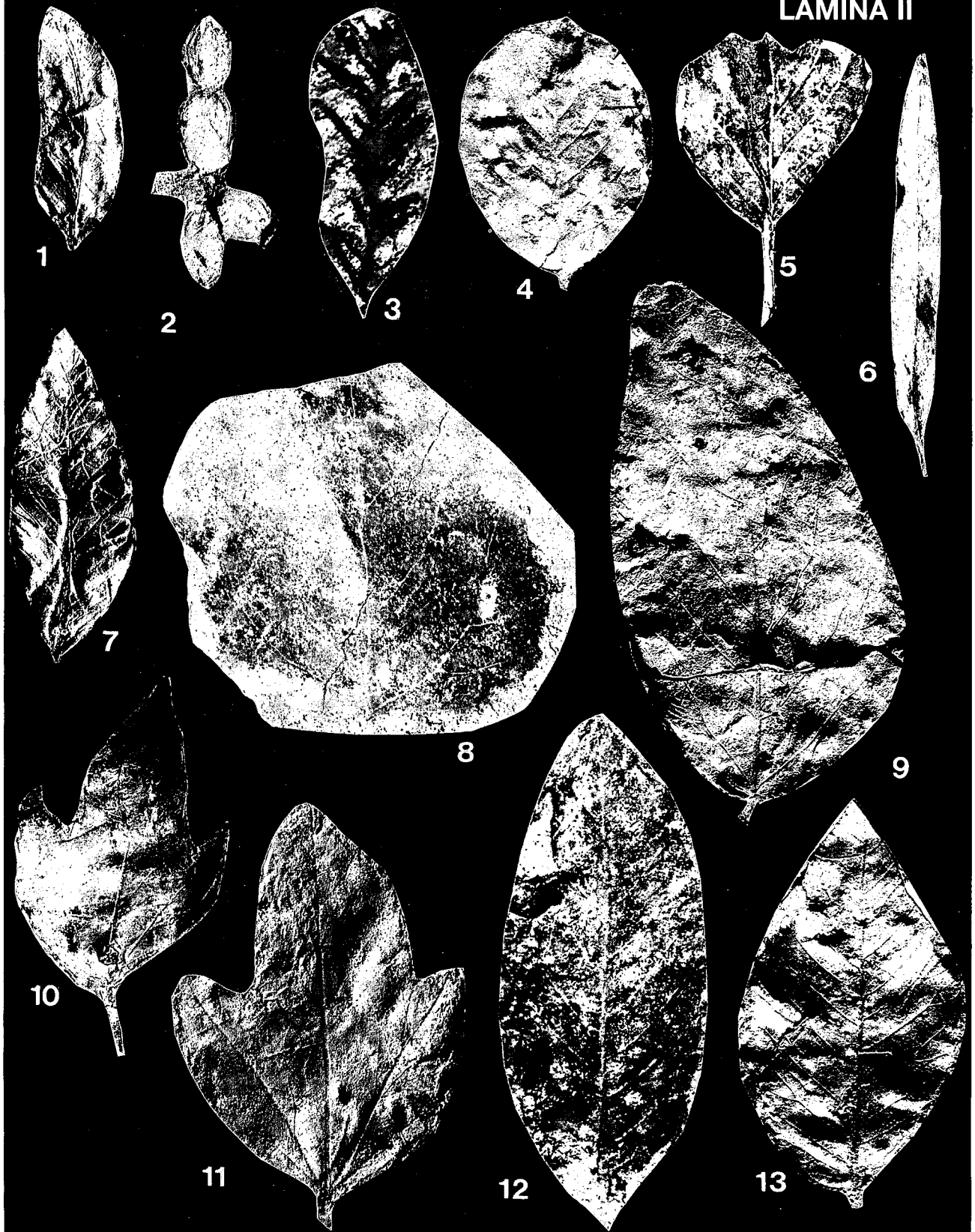
También se encuentran especies caducifolias propias de climas templados, se extenderían por niveles más altos formando importantes masas boscosas, constituyen la gran mayoría de las especies y los fósiles recogidos: *Acer trilobatum* (STERN.) AL. BR., *Alnus occidentalis* RER., *Quercus hispanica* RER., *Ulmus braunii* HEER, *Zelkova ungeri* ETT., etc. (Sanz de Siria, 1980).

El yacimiento de La Bastida se sitúa en la Formación Piedra, datada como perteneciente al Vallesiense superior (Agustí et al., 1979). La macroflora hallada es únicamente de tipo templada (*Acer trilobatum* (STERN.) AL. BR., *Alnus kefersteinii* (GOEPP.) UNG., *Alnus occidentalis* RER., *Fagus castaneaefolia* UNG., *Fagus pristina* SAP, *Populus latior* AL. BR., etc.). Este grupo permite señalar que entre el Vallesiense inferior y el superior existe una disminución en las temperaturas en la zona, ya

Lámina II. Restos de macrófitos característicos de las localidades del Mioceno superior (La Seu d'Urgell) y del Plioceno (Siurana). Varias de las formas figuradas son frecuentes en otras localidades miocénicas y pliocénicas de la región. 1) *Osmunda strozi* GAUD. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 2) *Equisetum parlatorii* (HEER) SCHIMP. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 3) *Sequoia langsdorffii* (BROG) HEER Zanclicense (Siurana d'Empordà) x 2. 4) *Alnus kefersteinii* (GOEPP) UNG. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 5) *Alnus stenophylla* SAP & MAR. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 6) *Salix angusta* AL. BR. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 7) *Fagus pristina* SAP. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 8) *Populus alba* L. Zanclicense (Siurana d'Empordà) x 2. 9) *Populus balsamoides* GOEPP. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 10) *Acer trilobatum* (STERN.) AL. BR. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 11) *Acer pseudocretaticum* ETT. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1. 12) *Persea indica* SPR. var. *pliocenica* LAUR. Zanclicense (Siurana d'Empordà) x 2. 13) *Ulmus carpinoideus* GOEPP. Mioceno superior (La Seu d'Urgell) x 1.

Plate II. Macrophyte remains from Late Miocene (La Seu d'Urgell) and Early Pliocene (Siurana) localities. Several of the figured forms occur frequently in other Miocene and Pliocene localities of the region.

LÁMINA II



que desaparecen las formas de tipo más cálido y son sustituidas por especies de tipo templado capaces de soportar estaciones más frías.

Los análisis polínicos efectuados recientemente en La Bastida (Baltuille *et al.*, 1992), indican la presencia de un conjunto asimilable a la asociación Akça (Plioceno inicial-Pleistoceno inicial), con: *Picea* (7%), *Pinus* (2%), *Alnipoll.* versus R. POT. (11%), *Ulmipoll. undulosus* WOLFF (4%), Gramineae (23%), Polypodiaceae (19%), Osmundaceae (12%). La presencia de este conjunto polínico supondría para esos autores (Baltuille *et al.*, 1992) que tanto en La Cerdanya como el La Seu d'Urgell las capas superiores pertenecen ya al Plioceno.

Al igual que en la cuenca de La Cerdanya se debe considerar el hecho de que la cuenca de la Seu d'Urgell estaba situada a una altitud mayor que las cuencas cercanas a la costa, lo que significaría unas medias térmicas varios grados inferiores a las allí existentes. Analizando el conjunto de la macroflora de la cuenca de La Seu d'Urgell se puede estimar que las medias existentes en el Vallesiense inferior estarían en torno a los 14°-16°C (Sanz de Siria, 1980); mientras que en las zonas costeras éstas se podrían situar alrededor de los 18°-19°C. En el Vallesiense superior o niveles más modernos, de acuerdo con las especies presentes, deberían ser varios grados inferiores.

Floras del Plioceno

Las macrofloras catalanas del Plioceno se localizan principalmente en la cuenca del Baix Llobregat, donde se han descubierto varios yacimientos de vegetales fósiles en diversas localidades (Castellbisbal, El Papiol, Molins de Rei, Sant Feliu, Sant Vicenç dels Horts, etc.). También se han hallado macrofloras en capas del Plioceno en Siurana (Alt Empordà) y en los alrededores de Tortosa (Baix Ebre).

Durante el Plioceno persiste la progresiva desaparición de los remanentes de flora de tipo subtropical todavía existentes. Éstos perduran sobre todo debido al hecho de que a partir del Mioceno superior las medias térmicas van disminuyendo de manera lenta, al mismo tiempo que se va instalando una estación seca y calurosa de características parecidas a los veranos actuales en la cuenca mediterránea.

Se dan todavía las condiciones para la existencia de bosques perennifolios de tipo laurisilva, pero con un número de especies mucho menor que en el Oligoceno, ori-

ginándose laurisilvas parecidas a las existentes en la actualidad en Canarias o Madeira. Éstas se situarían, si las comparamos con las de estas islas, a altitudes superiores a los 400 m y las temperaturas medias en este lapso de tiempo serían inferiores a las existentes en el Oligoceno.

Todos los yacimientos con flora de macrófitos del Plioceno catalán han sido datados como pertenecientes al Zancliense. Los restos de plantas se encuentran en margas amarillentas y grisáceas de facies costera que contienen también equinoideos, moluscos, etc.

Yacimientos del Baix Llobregat

La macroflora hallada en estos yacimientos fue estudiada ya por Almera (1894) que señaló la presencia de 112 formas vegetales fósiles. En estudios más recientes se indica la existencia de 64 especies diferentes (Sanz de Siria, 1983 y 1984b).

Las asociaciones de vegetales encontradas señalan la existencia de elementos característicos de las actuales laurisilvas canarias en un importante porcentaje (*Ilex canariensis* WEBB. & BERH., *Laurus canariensis* WEBB., *Oreodaphne heeri* GAUD., *Persea indica* SPR. var. *pliocenica* LAUR., etc. Se trata de especies supervivientes de épocas anteriores que prosperan en las condiciones existentes en las cercanías de las costas catalanas a altitudes medias durante el Zancliense, con temperaturas medias suaves y humedad favorable, posiblemente, debido a la formación de masas brumosas en las laderas montañosas. La cantidad de restos presentes permite suponer que su extensión era amplia.

En este yacimiento se encontrarían también otras especies de Lauraceae, como *Cinnamomum*, extinguidas posteriormente en las floras europeas y africanas y cuyos descendientes se acantonan actualmente en el sur y suroeste de Asia.

Otro grupo importante de vegetales presente en estos yacimientos, es el constituido por las especies de tipo templado que forman el núcleo principal de esta flora, proporcionando la mayoría de restos y especies que se han recogido, entre ellas encontramos: varias especies de *Acer*, *Alnus stenophylla* SAP. et MAR., *Castanea atavica* UNG., *Fagus pliocenica* SAP., *Juglans acuminata* AL. BR., *Juglans vetusta* HEER, *Platanus aceroides* GOEPP., *Populus alba* L., *Ulmus braunii* HEER, etc. Indican la existencia de importantes bosques caducifolios que cubrirían las altitudes medias por encima de las laurisilvas. También comienza a ser importante el componente

de tipo mediterráneo, destacando: *Celtis australis* L., *Chamaerops humilis* L., *Laurus nobilis* L., *Quercus cocifera* L., *Quercus ilex* L., *Quercus pseudosuber* SANT. etc. (Sanz de Siria, 1983 y 1984b)

Por último, son abundantes los restos de *Quercus drymeja* UNG. y aparecen algunas reliquias de épocas pasadas, como *Cassia berenices* UNG., *Sapindus falcifolius* AL. BR., etc. Estas formas estarían dispersas en lugares cálidos y resguardados de las proximidades de las costas donde las temperaturas eran más suaves y podían sobrevivir. Cuando las condiciones ambientales se hacen más propicias para su desarrollo volverían a expandirse. Algo parecido les pudo pasar a diversas especies de Lauraceae de las que no se han encontrado restos en cantidad apreciable a lo largo del Mioceno y ahora se hallan en abundancia.

Este conglomerado florístico señala la existencia de un clima de tipo templado-húmedo, con temperaturas suaves y medias térmicas de alrededor de los 18°C (16°-18°C), con veranos cálidos y secos de características parecidas al mediterráneo actual. La humedad sería similar o algo superior a la de nuestros días (Sanz de Siria, 1983 y 1984b).

Los estudios polínicos realizados en capas de El Papiol y Sant Feliu de Llobregat, señalan la presencia de una microflora en la que están presentes Abietaceae con *Cathaya*, *Cedrus* y *Pinus*, que son los más abundantes. Cupresaceae-Taxodiaceae, son menos frecuentes, las plantas herbáceas aparecen en cantidad (Valle y Civis, 1978 y Suc y Cravatte, 1982).

Yacimiento de Siurana (Alt Empordà)

En las proximidades de esta localidad, en capas pliocenas, constituidas por arenas y lutitas de tonos azulados y marrones de facies costera y que contienen invertebrados marinos, se ha encontrado una macroflora compuesta por 35 formas diferentes de características parecidas a la hallada en el Baix Llobregat. Este yacimiento se puede datar como perteneciente al Zancliense (Lám. II, figs. 3,8 y 12)

Destaca la presencia de diversas especies de Lauraceae (*Cinnamomum polymorphum* HEER, *Laurus canariensis* WEBB., *Oreodaphne heeri* GAUD., *Persea* SPR. var. *pliocenica* LAUR., etc.).

Se encuentran diversas especies de tipo templado (*Acer laetum* C.A. MEY., *Betula* cf. *prisca* ETT., *Fagus*

pliocenica Sap., *Juglans acuminata* AL. BR., *Platanus* sp., *Populus alba* L., etc.), todas ellas presentes también en el Baix Llobregat. Un número menor de elementos mediterráneos (sólo se encuentra *Celtis* sp. y *Quercus ilex* L.) y abundancia de restos de *Sequoia langsdorffii* (BROG.) HEER, indican la existencia de una vegetación propia de una mayor altitud (Sanz de Siria, 1982 b). Las condiciones ambientales eran similares a las existentes en el Baix Llobregat.

Suc (1980) y Suc y Cravatte (1982), efectuaron estudios polínicos en estas capas. Su análisis señaló la existencia de 72 taxones. Predomina el polen de Taxodiaceae, Abietaceae, Ericaceae y los géneros *Quercus*, *Alnus* y *Phillyrea*. El conjunto de la microflora indica el inicio de una etapa de mayor sequía estival.

Yacimientos de los alrededores de Tortosa (Baix Ebre)

En las cercanías de la ciudad de Tortosa se encontró una macroflora de composición parecida a las halladas en las cuencas del Zancliense señaladas anteriormente, fue clasificada por Font i Sagué asesorado por Almera; algunos fósiles fueron determinados por Depape (Bataller, 1951).

Se citan varias especies de Lauraceae (*Apollonia canariensis* NESS., *Cinnamomum scheuchzeri* HEER y *Persea* sp.), un grupo importante de formas templadas (*Acer nicolai* BOULAY, *Betula alba* L., *Fagus* sp., *Platanus aceroides* GOEPP., *Populus alba* L., etc.) y un pequeño número de taxones de tipo más cálido (*Bumelia*, *Ficus* etc.).

Las condiciones climatológicas serían parecidas a las existentes en las cuencas de Siurana y del Baix Llobregat.

Flora del Plio-pleistoceno

El único yacimiento que se puede incluir en el Cuaternario se localiza en niveles lacustres que, por la fauna de mamíferos que han proporcionado, se sitúan en el límite entre el Plioceno y el Pleistoceno, por este motivo, la macroflora que contiene se le puede considerar como representativa de los últimos momentos del Terciario o como del inicio del Cuaternario.

Las especies de tipo cálido prácticamente han desaparecido y han sido sustituidas por formas templadas capaces de soportar los fríos invernales que comienzan a ser rigurosos.

Son muy abundantes las especies arbóreas caducifolias que constituyen la base de la actual flora europea, perdurando algunas que, como consecuencia de las glaciaciones, se extinguen o se acantonan en los extremos meridionales del continente (*Laurus* cf. *canariensis*, *Laurus nobilis*, *Parrotia persica*, etc.)

Yacimiento de Crespià (Gerona)

Cerca de la localidad de Crespià se ha localizado en los niveles de calcoarenitas lacustres una macroflora en la que se han determinado 29 especies vegetales distintas (Villalta y Vicente, 1972 y Roiron, 1983).

El nivel con hojas anterior a las arcillas kársticas se debe considerar en un intervalo de tiempo que incluye el límite Plio-pleistoceno. La comparación con otras macrofloras confirma que esta vegetación es de tipo interglaciar.

La mayor parte de los taxones presentes son especies actuales. Alrededor del lago de Crespià habría un bosque caducifolio en el que predominan ampliamente *Quercus cerris* L. y *Carpinus orientalis* MILL. Junto a ellas se encuentran otras formas templadas (*Acer integerrimum* (VIV.) MASS., *Carya minor* SAP. et MAR., *Ilex aquifolium* L., *Laurus* cf. *canariensis* WEBB., *Laurus nobilis* L., *Parrotia persica* C.A. MEY., *Populus alba* L., *Quercus faginea* LAMB., *Quercus ilex* L., *Zelkova crenata* SPACH.).

El conjunto señala la existencia de un clima suave y bastante húmedo, en esta zona próxima a los Pirineos y cerca del mar. La presencia de *Quercus ilex* L. y *Acer monspessulanum* L., indica la influencia de un ritmo europeo que se debía plasmar, al menos localmente, en formaciones más abiertas (Roiron, 1983).

Los estudios polínicos realizados en la zona de Crespià (Suc, 1980), indican que predomina el polen de *Abies*, *Picea* y *Pinus*. Se encuentran representados la mayoría de los géneros descritos en el estudio de la macroflora a los que se añade: *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Juglans*, *Ostrya*, *Platanus*, *Salix* y *Olea*.

CONCLUSIONES

Una vez efectuado el estudio de las macrofloras halladas en los yacimientos más importantes de las cuencas Cenozoicas catalanas y analizada la evolución de sus floras a lo largo de los distintos períodos, señalamos las siguientes conclusiones:

1. En el transcurso de la era Cenozoica las floras en Cataluña sufren importantes cambios en su composición. Pasando de ser de características tropicales o muy próximas en el Eoceno (Bartoniense inferior-Priaboniense) a ser de tipo claramente templado en el Plio-pleistoceno para, finalmente, alcanzar la configuración que tienen en la actualidad. La composición florística en nuestras regiones va evolucionando conforme cambian las condiciones ambientales, las especies que no consiguen adaptarse, son lentamente sustituidas por otras más adecuadas, originándose sucesiones de comunidades.

2. Si analizamos las macrofloras de las distintas épocas, se advierte que el clima en la región evoluciona de forma clara en el sentido de ser progresivamente más frío (aunque pueden existir ligeras variaciones), dándose oscilaciones en cuanto a la humedad ambiental. Parece ser que en determinados momentos la disminución de las temperaturas se efectúa con mayor rapidez que en otras, en las que las medias térmicas se van manteniendo o bajan más lentamente.

La composición de las macrofloras pone de manifiesto que en el Eoceno el clima presentaba condiciones de tipo tropical, parecidas a las que actualmente existen en zonas intertropicales. A lo largo del Oligoceno es de características tropicales o muy próximas. En el Mioceno inferior y medio era subtropical a tropical con estaciones secas prolongadas (Burdigaliense inferior y Langhiense). Templado-cálido o subtropical con humedad variable en el Vallesiense inferior. Templado-cálido con influencias de tipo mediterráneo en el Plioceno (Zancliense) y templado de tipo húmedo en el Plioceno terminal-Pleistoceno.

3. Son de difícil justificación cambios tan considerables en la composición de las floras, sin la existencia de lentas pero importantes modificaciones en el clima de la zona que debió afectar a grandes áreas del hemisferio. Los cambios climáticos en la región se han podido originar por diversas causas: modificaciones en la distribución de los mares y tierras emergidas desde finales del Cretácico y la evolución de su configuración en el transcurso del Cenozoico, cambios en las corrientes marinas, modificaciones en la circulación atmosférica, variaciones del régimen de precipitaciones, etc.

4. Las macrofloras catalanas del Paleógeno con las actuales que mejor se corresponden, es con las localizadas a unas latitudes comprendidas entre los 15°C a 20°C hacia el sur de la posición actual de las cuencas. En estas regiones de los trópicos o muy próximas, encontramos

comunidades vegetales comparables a las halladas en estos yacimientos (sur de Florida, Cuenca del Caribe, sureste de Asia, etc.). Progresivamente las floras van teniendo carácter más templado. Ésto se podría explicar por la existencia de algún lento desplazamiento hacia el norte de la placas donde se ubican las cuencas que da lugar a cambios climáticos al ir variando su posición. Parece ser, según señalan los datos paleomagnéticos existentes que este desplazamiento no sería de importancia. Cabe considerar entonces que pudieron intervenir otras causas que, hasta el momento, nos son desconocidas.

5. Las floras existentes en el Paleógeno tienen un importante componente de tipo asiático, muchas de sus formas tienen sus actuales descendientes filéticos en zonas del sur y sureste de Asia (*Ailanthus*, *Cinnamomum*, *Engelhardtia*, *Lindera*, *Litsea*, *Nypa*, etc.). Esto se debe a que durante el Cretácico y Paleógeno el sur de Europa tenía una comunicación, a través del mar de Tethys, con el Índico y el sureste de lo que entonces constituía el continente asiático. Las costas de aquel mar tendrían un clima de carácter tropical que facilitaba el intercambio de taxones a lo largo de sus márgenes.

6. El cambio más pronunciado existente en las macrofloras catalanas se detecta entre el Vallesiense inferior y el Vallesiense superior. En este lapso de tiempo se produce un importante cambio en su composición, pasando a predominar claramente los taxones de carácter templado. Esta evolución viene determinada por el descenso de las temperaturas y el aumento de la humedad ambiental que propician su expansión. El número de formas cálidas disminuye considerablemente. Sobre todo, desciende la cantidad de sus macrorrestos, mientras aumenta apreciablemente el de las templadas. El clima al iniciarse el Vallesiense era cálido de tipo subtropical y al finalizar sería templado-cálido con una estación fría ya apreciable aunque no rigurosa en niveles de baja altitud próximos a las costas.

7. Durante el Plioceno (Zancliense), las condiciones climáticas eran de tipo templado-cálido con temperaturas suaves y humedad suficiente, que propiciaron la conservación de algunas formas cálidas supervivientes desde el Mioceno superior (Caesalpiniaceae, Lauraceae, Sapotaceae, etc.) y la existencia de importantes niveles de laurisilvas. Las floras estaban constituidas fundamentalmente por especies templadas (*Acer*, *Alnus*, *Castanea*, *Fagus*, *Platanus*, *Ulmus*, etc.). La instalación de un régimen de veranos secos, propició también el auge de los taxones de tipo mediterráneo. La vegetación de esta época se caracteriza por presentar asociaciones con una mezcla

de formas que, posteriormente, al variar las condiciones que mantenían su unidad, se fragmentaron y se dispersaron por regiones distintas (Mediterráneo, Asia menor, Canarias, etc.).

8. En el límite entre el Plioceno y el Pleistoceno la flora en la zona es de tipo templado húmedo, con la existencia de importantes zonas boscosas entre el Mediterráneo y las estribaciones de los Pirineos (macroflora de Crespià) con predominio de especies actuales. En su conjunto, ponen de manifiesto la existencia de un clima suave y húmedo que permite la presencia de taxones que, posteriormente, como consecuencia de los periodos glaciares del cuaternario desaparecerán definitivamente de esta parte de Europa. La presencia de *Quercus ilex* L. y *Acer monspessulanum* L., señala la existencia de formaciones más abiertas, al menos localmente, y una cierta influencia de tipo mediterráneo.

9. Las paleocomunidades vegetales de mayor interés que aparecen en estas cuencas en el transcurso del Cenozoico, una vez realizado el estudio fitosociológico de las macrofloras de los diferentes yacimientos, son:

- a) Comunidades de tipo manglar que aparecen en el Eoceno con la presencia de *Nipadites burtini* BRONG. y *Acrostichum lanzaeanum* (VIS.) REID et CHANDL.. En el Oligoceno, Mioceno inferior y medio, continúan existiendo las condiciones que permiten la formación de estas asociaciones, cada vez de forma más restringida, hasta desaparecer de forma definitiva posiblemente a finales del Mioceno medio. En Sant Pau d'Ordal se indica la presencia de un manglar con *Avicennia* (Burdigaliense superior-Langhiense inferior).
- b) Otra comunidad que señala la existencia de unas condiciones ecológicas determinadas, son las asociaciones de tipo laurisilva (formaciones con predominio de especies arbóreas de hoja perenne y lauriforme), que indican la existencia de temperaturas homogéneas cálidas o suaves, junto con una humedad elevada y persistente en todas las estaciones. Las laurisilvas existentes en el Oligoceno (Cervera), presentan una gran riqueza de formas que indica la existencia de medias térmicas elevadas y su desarrollo bajo un clima cálido tropical o muy próximo. Posiblemente, contienen algunas especies de hoja perenne del género *Quercus*, formando bosques parecidos a los de tipo "Evergreen Sclerophyllous-laurophyllous Forest" del sureste de Asia, lo que constituye otra característica de tipo asiático de estas floras. La presencia de

una comunidad de plantas xerofíticas coexistiendo con esta asociación, necesitada de humedad constante durante todas las estaciones, permite suponer la existencia de pisos o niveles de vegetación adaptada a vivir bajo las diferentes condiciones ambientales que en ellos había.

La aparición en diversos yacimientos de distintas edades de restos de especies que pueden formar parte de laurisilvas, indica que pudieron existir este tipo de formaciones, más o menos desarrolladas, en diversas épocas. En el Zancloense se ha recogido una importante cantidad de restos de formas propias de laurisilvas con una composición de vegetales arbóreos y arbustivos parecida a la existente en las actuales laurisilvas de Canarias o Madeira.

- c) Comunidad de vegetales xerofíticos que vivirían en los lugares más secos y que señalan la existencia de unas condiciones áridas o semiáridas que indican períodos prolongados de sequía. Este tipo de asociaciones es frecuente en el Mioceno inferior y medio, épocas que marcan los momentos de máxima aridez en la región (predominan las *Caesalpiniaceae* y *Mimosaceae* microfilas). Las macrofloras del Oligoceno (Sarrià y Cervera) presentan ya componentes de estas comunidades que indican la existencia de estaciones secas de cierta duración.

10. Las especies de tipo mediterráneo, que en la actualidad pueblan las zonas ribereñas de este mar o sus proximidades, comienzan a ser frecuentes en las cuencas catalanas a partir del Plioceno inferior, aumentando su presencia a medida que el ambiente se hacía más seco (debido a una mayor prolongación de la sequía estival) y descendían las temperaturas medias. Al mismo tiempo que las *Lauraceae* típicas de las laurisilvas y otras formas subtropicales desaparecen de nuestras latitudes, las especies mediterráneas mejor adaptadas a estas nuevas condiciones prosperan.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMERA, J., 1894: Descripción de los terrenos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona. *Map. Geol. Prov. Barcelona*, 354 p., 28 pl.
- ALMERA, J., 1907: Estudio de una lago oligocénico en Campins. *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes Barcelona*, (3) 6: 12-20.
- ALVAREZ RAMÍ, S., 1982: Sobre la presencia de una flora de Paleomanglar en el Paleógeno de la Depresión central catalana (Curso medio del Llobregat). *Acta Geol. Hispanica*, 17: 5-9.
- ALVAREZ RAMÍ, S. y GOLPE-POSSE, J. M., 1982: Sobre la paleobiología de la cuenca de La Cerdanya (depresiones pirenaicas). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79: 31-44.
- ANADÓN, P. y VILLALTA, J. F., 1975: Caracterización de los terrenos de edad estampiense en Campins (Vallés Oriental). *Acta Geol. Hispanica*, 10 (1): 6-9.
- ANADÓN, P., CABRERA, L., COLLDEFORNS, B., y SÁEZ, A., 1989: Los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro. *Acta Geol. Hispanica*, 24 (3-4): 205-230.
- BALTUILLÉ, J. M.; BECKER-PLATEN, J. D.; BENDA, L. & IVANOVIC CALZAGA, Y., 1992: A contribution to the subdivision of the neogene in Spain using palynology. *Newsl. Stratigr.*, 27 (1/2): 41-57.
- BATALLER, J. R., 1951: Las fanerógamas fósiles de España. *Anales Esc. Peritos Agric. Barcelona*, 10: 129-149.
- BATALLER, J. R. y DEPAPE, G., 1950: Flore oligocène de Cervera (Catalogne). *Anales Esc. Peritos Agric. Barcelona*, 9: 3-60.
- BESSEDIK, M., 1984: The early Aquitanian and Upper Langhian-Lower Serravallian environments in the Northwestern Mediterranean Region. *Paléobiologie continentale*, 14 (2): 153-179.
- BESSEDIK, M. y CABRERA, L., 1985: Le couple récif-mangrove é Sant Pau d'Ordal (Vallés- Pénédès, Espagne), témoin du maximum transgressif en Méditerranée nord occidentale (Burdigalien supérieur-Langhien inférieur). *Newsl. Stratigr.*, 14 (1): 20-35.
- BIOSCA, J. y VIA, L., 1988: El género *Nypa* (Palmae) en el Eoceno de la Depresión Central Catalana. *Batalleria*, 1: 7-23.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T., 1971: Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fósil del Oligoceno español. Tesis doctoral. *Universidad Complutense de Madrid*. 77 p.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T., 1973 a: Nuevas aportaciones a la sistemática y paleoecología de la flora oligocénica de Sarrià (Tarragona). *Estudios Geológicos*, 29: 157-169.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T., 1973 b: Reconstrucción del paleoclima del yacimiento oligocénico de Sarrià (Tarragona), a través del estudio morfológico de los restos foliares. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 71: 237-242.
- GOLPE-POSSE, J. M., 1979: Sobre la bioestratigrafía de las cuencas de Cerdanya s.a., y de La Seu d'Urgell (depresiones pirenaicas). *Butlletí Infor. Inst. Paleont. Sabadell*, 11 (1-2): 25-28.
- ROIRON, P., 1983: Nouvelle étude de la macroflore Plio-Pléistocène de Crespià (Catalogne, Espagne). *Geobios*, 16 (6): 687-715.
- SANZ DE SIRIA, A., 1974: Estudio de la flora terciaria de Ballestar. *Paleontología y Evolución*, 9. Inst. Prov. Paleontología de Sabadell, 56 p.
- SANZ DE SIRIA, A., 1980: Estudio sistemático y paleoecológico de la flora miocénica de La Seu d'Urgell. *Paleontología i Evolució*, 14: 1-28.
- SANZ DE SIRIA, A., 1981 a: La flora burdigaliense de los alrededores de Martorell (Barcelona). *Paleontología i Evolució*, 16: 3-13.
- SANZ DE SIRIA, A., 1981 b: Flora del Mioceno superior de La Bisbal (Baix Empordà). *Butlletí Infor. Inst. Paleont. Sabadell*, 13 (1-3): 57-68.
- SANZ DE SIRIA, A., 1982 a: La flora del Mioceno medio de las cercanías de Martorell. *Butlletí Infor. Inst. Paleont. Sabadell*, 14 (1-2): 49-61.
- SANZ DE SIRIA, A., 1982 b: La flora pliocénica de Siurana (Gerona). *Paleontología i Evolució*, 17: 3-15.
- SANZ DE SIRIA, A., 1983-1984 a: La flora miocénica de los alrededores de Sant Sadurn d'Anoia (Barcelona). *Paleontología i Evolució*, 18: 161-171.
- SANZ DE SIRIA, A., 1983-1984 b: Aportación al conocimiento de la flora pliocénica de los alrededores de El Papiol (Barcelona). *Paleontología i Evolució*, 18: 151-160.
- SANZ DE SIRIA, A., 1985: Datos para el conocimiento de las floras miocénicas de Cataluña. *Paleontología i Evolució*, 19: 167-177.

- SANZ DE SIRIA, A., 1987 : Datos para el conocimiento de las floras pliocénicas de Cataluña. *Paleontologia i Evolució*, 21 : 295-304.
- SANZ DE SIRIA, A., 1988 : Los vegetales miocénicos de Rubí (Barcelona). *Paleontologia i Evolució*, 22 : 71-76.
- SANZ DE SIRIA, A., 1992 : Estudio de la macroflora oligocena de las cercanías de Cervera. (Colección Martí Madern del Museo de Geología de Barcelona). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 2 : 269-379.
- SOLÉ DE PORTA, N. y PORTA, J., 1979: Contribución a la palinología del Oligoceno de la región de Calaf (Barcelona). *Acta Geol. Hispanica*, 14 : 351-353.
- SOLÉ DE PORTA, N. y PORTA, J., 1984 : Etat actuel des connaissances palynologiques du Tertiaire de l'Espagne. *Revue de Paléobiologie*. Volume spécial : 209-219.
- SUC, J. P., 1979 : Etude palynologique du Pliocène du Languedoc et du Roussillon (Sud de la France) et de la Catalogne (Nord-Est de l'Espagne): corrélations biostratigraphiques. *Ann. Géol. Pays hellén*, 3: 1181-1187.
- SUC, J. P., 1986 : Flores Néogènes de Méditerranée occidentale. Climat et Paléogéographie. *Bull. Centres Rech. Explor. Elf-Aquitaine*, 10 (2) : 477-488.
- SUC, J. P. y CRAVATTE, M., 1982 : Etude palynologique du Pliocène de Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). *Paléobiologie Continentale*, 13 (1) : 1-131.
- VALLE, M. F. y CIVIS, J., 1978 : Investigaciones palinológicas en el Plioceno inferior de Can Albareda (Barcelona). *Palinologia* (núm. extr.) (1) : 463-468.
- VICENTE CASTELLS, J., 1965 : A la recerca d'una flora eocénica de Catalunya. *Puig Castellar*, 1 : 3-7.
- VICENTE CASTELLS, J., 1988 : La flora fòssil de Montjuïc (Barcelona). *Societat d'Historia Natural*, sèrie monogràfica, 1 : 5-93.
- VILLALTA, J. F. y VICENTE, J., 1972 : Una flora del Cuaternario antiguo en las cercanías de Crespià. *Acta Geol. Hispanica*, 7 (4) : 120-128.